

边茜. 凉山州夏季旱涝急转及典型年份大气环流特征研究[J]. 中低纬山地气象, 2023, 47(3): 45 - 52.

凉山州夏季旱涝急转及典型年份大气环流特征研究

边 茜

(四川省凉山彝族自治州气象局, 四川 西昌 615000)

摘 要: 利用 1961—2020 年凉山州 17 个站点 6—9 月的逐月降水资料和 NCEP/NCAR 再分析月平均格点数据, 定义了凉山州夏季长周期旱涝急转指数(LDFAI), 并对旱涝急转典型年份的大气环流特征进行分析。结果表明: 1961—1970 年为明显的 LDFAI 高值年, 旱转涝年多于涝转旱年, 且旱转涝强度较强; 2001—2010 年为明显低值年, 旱转涝年少于涝转旱年, 前期旱涝急转程度较强, 后期旱涝急转程度很弱。涝期, 高空西风带强度偏弱, 中高纬槽脊更为显著, 经向运动较强, 有利于冷空气南下, 中低纬为多波动纬向环流, 凉山州上游短波系统活跃, 高原多短波低槽东移影响凉山州, 副热带高压位置适中, 西脊点位于 25°N、120°E 附近, 有利于孟加拉湾及南海的水汽向凉山州输送, 水汽通道条件优于早期, 同时低层辐合、高层辐散的配置更明显, 更利于上升运动, 早期则相反。凉山州旱转涝年的前期比涝转旱年的前期下沉运动更强, 水汽辐合弱, 不易产生降水, 而旱转涝年的后期比涝转旱年的后期上升运动更强, 水汽辐合强, 有利于降水的产生。

关键词: 夏季; 降水; 旱涝急转; 大气环流

中图分类号: P434 **文献标识码:** A

Study on the Sharp Turn of Drought and Flood in Summer and Atmospheric Circulation Characteristics in Typical Years in Liangshan Prefecture

BIAN Qian

(Meteorological Bureau of Liangshan Yi Autonomous Prefecture, Sichuan Province, Xichang 615000, China)

Abstract: Based on the monthly precipitation data of 17 stations in Liangshan Prefecture from June to September from 1961 to 2020 and the monthly average grid data of NCEP/NCAR reanalysis, the long - period drought and flood abrupt change index (LDFAI) in Liangshan Prefecture in summer was defined, and the atmospheric circulation characteristics in typical years of drought and flood abrupt change were analyzed. The results show that from 1961 to 1970, the LDFAI was obviously high, and the years from drought to waterlogging were more than those from waterlogging to drought, and the intensity of drought to waterlogging was stronger. The year from 2001 to 2010 is obviously low - value, and the year from drought to waterlogging is less than that from waterlogging to drought. The degree of drought and waterlogging in the early stage is strong, and the degree of drought and waterlogging in the later stage is very weak. During the waterlogging period, the intensity of the westerly belt in the upper air is weak, and the ridge in the middle and high latitudes is more obvious, and the meridional movement is stronger, which is conducive to the cold air moving southward. The middle and low latitudes are multi - fluctuating zonal circulation, and the short wave system in the upper reaches of Liangshan Prefecture is active. The eastward movement of the plateau multi - short wave trough affects Liangshan Prefecture, and the subtropical high is in a moderate position, and the western ridge point is near 25°N and 120°E, which is beneficial to the transportation of water vapor from the Bay of Bengal and the South China Sea to Liangshan Prefecture, and the water vapor channel conditions are in Liangshan Prefecture, the early period of drought to waterlogging year is stronger than the early period of waterlogging to drought year, and the water vapor convergence is weak, which makes it difficult to produce precipitation, while the late period of drought to waterlogging year is

收稿日期: 2022 - 07 - 12

作者简介: 边茜(1992—), 女, 工程师, 主要从事短临、短期天气预报及其研究, E - mail: 1126492257@ qq. com.

stronger than the late period of waterlogging to drought year, and the water vapor convergence is strong, which is beneficial to the production of precipitation.

Key words: summer; precipitation; drought and flood turn sharply; atmospheric circulation

0 引言

旱涝急转通常指某一地区或某一流域在较长时间干旱后又出现洪涝,干旱和洪涝交替出现的情况。随着全球气候变暖,极端气候事件频繁发生,其中干旱和洪涝尤为突出,二者具有持续时间长、发生频率高、影响范围广的特点,造成严重的灾害及经济损失,其研究也逐步受到国内许多学者的关注。

王胜等^[1]结合淮河流域旱涝规律和降水记录,提出一种旱涝急转标准,并对淮河流域的旱涝急转进行了研究。吴志伟等^[2]对长江中下游地区夏季长周期旱涝急转现象进行研究,定义了一个长周期旱涝急转指数(LDFAI),并将降水距平 <0.5 个标准差定义为偏旱,降水距平 >0.5 个标准差,则定义为偏涝。有学者利用长、短周期旱涝急转指数、线性倾向估计及M-K突变检验等数学模型,对年降水特征以及旱涝急转变规律进行研究^[3-5]。杨金虎等^[6]通过定义旱涝急转指数,对西北东南部夏季旱涝急转事件的环流特征进行分析,并建立了预测模型。孙小婷等^[7]选取西南地区夏季旱涝急转典型年,对旱涝急转年的大气环流和水汽输送异常进一步分析发现,旱转涝年早期西太平洋副热带高压偏西偏强,中高纬西风带偏强,来自孟加拉湾和南海的水汽输送异常偏弱。还有学者分析研究旱涝典型年份的气候特征、大气环流及成因,并进行了预测检验评估^[8-9]。

上述研究多在于海河流域及川外地区,对凉山州旱涝急转研究较少,加之凉山州境内丘壑纵横、地貌复杂多样,夏季旱涝急转事件与州内农业粮食作物生产及山洪地质灾害等密切相关。为了摸清该地区旱涝急转特征,本文结合长周期旱涝急转指数(LDFAL)对凉山州夏季的旱涝急转特征进行定量分析。通过找出旱涝急转事件发生的典型年份,对其大气环流特征进行分析,以期旱涝急转的气候预测工作积累经验,从而为凉山州的防汛抗旱指挥工作等提供一定的依据。

1 资料与研究方法

1.1 资料来源

本文所采用的资料为1961—2020年凉山州17个站点6—9月的逐月降水资料和NCEP/NCAR再

分析月平均格点数据,水平分辨率为 $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ 。

1.2 研究方法

1.2.1 夏季长周期旱涝急转指数 统计凉山州1961—2020年近60a的降水情况,得出凉山州6—9月的总降水量占全年降水量的72.3%,且旱涝急转事件多发生在此时间段内,故本文选取这4个月作为研究对象,即以6—9月总降水量表示夏季降水量。

参考TING等^[10]划分降水区的方法,计算凉山州17个站点1961—2020年夏季(6—9月)降水量标准差,得到凉山州夏季降水变率最大的3个站点为会理、普格、西昌。其中会理位于凉山州南部,普格位于凉山州中南部,考虑到凉山州降水区域南北分布不均的特点,为提高基点站的代表性,选取位于凉山州中部的西昌作为基点站,再计算其与州内其余16个站点夏季降水量的单点相关,均与西昌有着较为一致的降水变率,各站均通过95%的显著性检验,因此使用凉山州17个站点夏季降水量的平均值来表征夏季降水,即将凉山州作为一个整体进行旱涝急转分析是合理的。

根据文献[2,5]中定义的夏季长周期旱涝急转指数,时间尺度为2个月,即长周期旱涝急转是指6—7月为旱,8—9月为涝,则称为“旱转涝”,反之则称为“涝转旱”。为消除量纲对实验结果造成的影响,在计算长周期旱涝急转指数之前先将降水量进行标准化处理。本文参考孙小婷等^[7]定义的时间尺度在2个月左右,将标准化降水量 <0.5 个标准差,定义为偏旱; >0.5 个标准差,定义为偏涝。

(1)降水量标准化处理:

$$R = \frac{X_i - \bar{X}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}} \quad (1)$$

式中, R 为标准化降水量; X_i 为降水量(mm, $i=1,2,\dots,n$); $\bar{X}$ 为降水量的平均值(mm)。

(2)长周期旱涝急转指数:

$$LDFAI = (R_{89} - R_{67}) \times (|R_{89}| + |R_{78}|) \times 1.8^{-|R_{67}+R_{89}|} \quad (2)$$

式中, R_{67} 、 R_{89} 依次为6—7月、8—9月的标准化降水量。 $(R_{89} - R_{67})$ 为旱涝急转强度项; $|R_{89}| + |R_{78}|$ 为旱涝强度项; $1.8^{-|R_{67}+R_{89}|}$ 为权重系数,其作用是增加旱涝急转的权重,降低全旱或全涝的权重。

1.2.2 M-K突变检验 该检验法是时间序列数据

趋势检验中得到广泛使用的非参数检验方法,不需要样本遵从一定的分布,也不受少数异值的干扰,适用于水文、气象等非正态分布数据的突变检验。

2 凉山州夏季旱涝急转特征分析

2.1 长周期旱涝急转指数及强度的时间变化特征

由凉山州 1961—2020 年 6—7 月和 8—9 月的

标准化降水量时间序列图(图 1)可以看出,1961—2020 年 6—7 月的降水总体呈上升趋势,8—9 月的降水总体呈下降趋势,6—7 月和 8—9 月的降水年际变化均较大,但 6—7 月的降水变化更为显著。6—7 月共有 17 个偏旱期,20 个偏涝期,8—9 月共有 19 个偏旱期,21 个偏涝期。

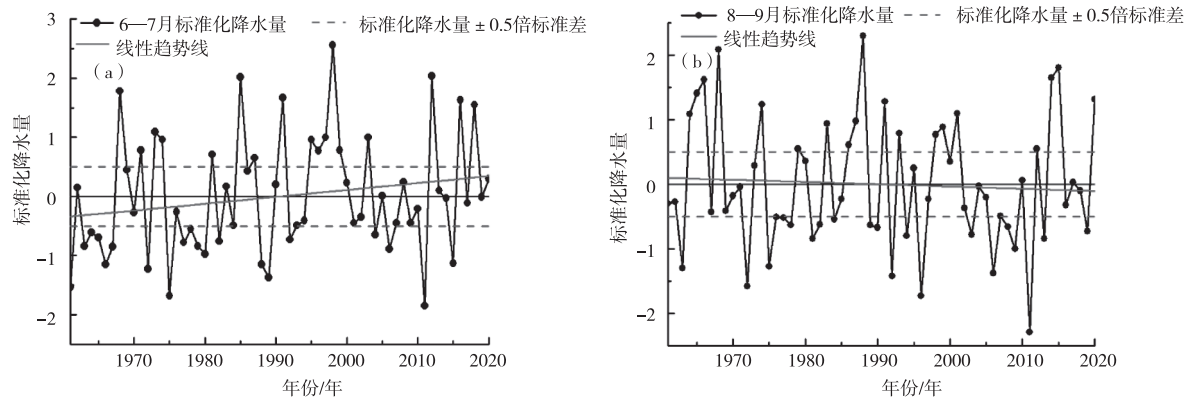


图 1 1961—2020 年凉山州 6—7 月(a)、8—9 月(b)标准化降水量时间序列图

Fig. 1 Time series diagram of standardized precipitation in June—July (a) and August—September (b) in Liangshan Prefecture from 1961 to 2020

根据公式(1)计算出凉山州夏季 1961—2020 年逐年的长周期旱涝急转指数(LDFAI),正值越大表示旱转涝强度越强,负值越小表示涝转旱强度越强。从图 2 可以看出,凉山州夏季长周期旱涝急转指数(LDFAI)总体以 $-0.16 \cdot (10a)^{-1}$ 的速率下降,虽然趋势不显著($P > 0.05$),但在一定程度上反映了夏季旱转涝事件减少和涝转旱事件增多的趋势。LDFAI 呈现出明显的年际变化特征,1961—1970 年为明显的高值年,旱转涝年多于涝转旱年,且旱转涝强度较强,特别是在 1963—1967 年 LDFAI 振荡异常明显;1971—1980 年高低值年数相同,为相对

较平稳期,旱涝急转程度较弱;1981—1990 年高值年略多于低值年,且前期为明显的低值年,后期为明显的高值年,整个期间 LDFAI 振荡较为明显,旱涝急转强度较强;1991—2000 年为明显的低值年,涝转旱年多于旱转涝年,旱涝急转强度亦较强;2001—2010 年为明显低值年,前期旱涝急转程度较强,后期旱涝急转程度很弱;2011—2020 年低值年略多于高值年,前期和后期旱涝急转程度较弱,中期旱涝急转程度较强,其中 2013—2016 年 LDFAI 振荡异常明显。

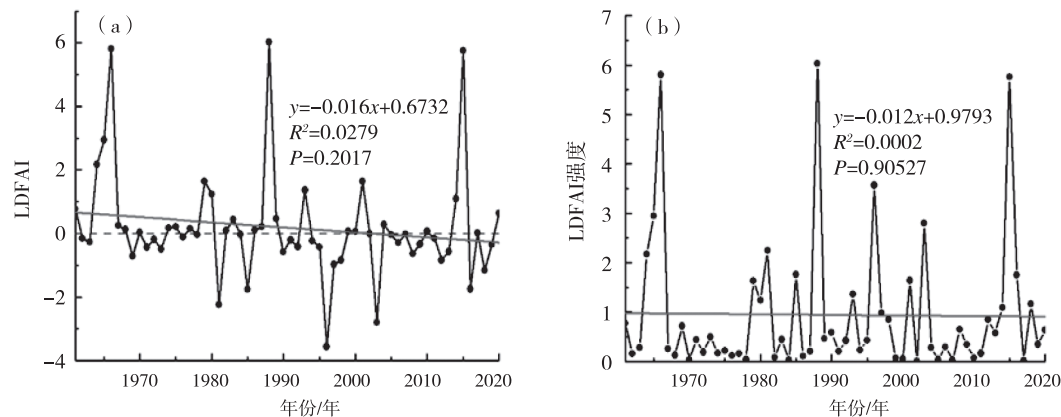


图 2 1961—2020 年凉山州夏季长周期旱涝急转指数(LDFAI)(a)及强度(b)时间序列图

Fig. 2 Long - period drought and flood abrupt change index (LDFAI) (a) and intensity(b) time series diagram of Liangshan Prefecture in summer from 1961 to 2020

选取凉山州 $LDFAI > 1$, 且同时满足 6—7 月为偏旱期、8—9 月为偏涝期的年份作为旱转涝典型年。同理, 将 $LDFAI < -1$, 且同时满足 6—7 月为偏涝期、8—9 月为偏旱期的年份作为涝转旱典型年, 选出旱转涝典型年份有 1964—1966、1979、1988、2015 年; 涝转旱典型年份有 1981、1996、2003 年。

分析典型年份的标准化降水量及降水量距平百分率可知: 旱涝急转典型年份, 6—9 月区域平均总降水量降水距平百分率在 $\pm 10\%$ 以内, 且数值大多偏小, 说明总降水量接近正常。高 $LDFAI$ 年份中, 6—7 月的降水除了 1964 年外, 均偏少 10% 以上, 而 8—9 月的降水偏多 10% 以上, 甚至除了 1979 年外, 偏多 20% 以上, 降水偏多异常明显。低 $LDFAI$ 年份则相反, 6—7 月的降水偏多 10% 以上, 而 8—9 月的降水近乎偏少 15% 以上。说明 $LDFAI$ 在一定程度上可以反映凉山州夏季旱涝急转现象, 且除了 2015 年外, 正(负)的 $LDFAI$ 值越大(小), 6—7 月与 8—9 月的降水距平百分率的差值的绝对值越大, 说明越高(低)的正(负) $LDFAI$ 值表示旱转涝(涝转旱)的程度越强。

2.2 长周期旱涝急转指数及强度的突变分析

对夏季长周期旱涝急转指数及旱涝急转强度进行 M-K 突变检验(取 0.05 的显著性水平)。李红梅等^[11]研究认为, M-K 突变检验中正反序列如果存在多个交叉点, 则这些交叉点不一定是突变点, 只存在 1 个交叉点且位于显著性水平信度线之前, 才能确定该点为突变点。

由长周期旱涝急转指数($LDFAI$)的 M-K 检验图(图 3a)可以看出, 凉山州夏季 $LDFAI$ 序列正序列曲线 UF_k 在 1961—1974 年波动幅度较大, 特别是 1961—1969 年差异变化明显, 说明在此时段内旱涝急转事件发生频率增多。反序列线 UB_k 在临界线内($\alpha = 0.05$ 的显著性水平), 正序列线 UF_k 除了 1966、1967 年外, 其余时段的值均小于 0, 表明 $LDFAI$ 总体呈下降趋势, 且在 1973、1997—2000、2008—2014、2016、2018—2020 年超过显著性水平 0.05 临界线, 表明 $LDFAI$ 下降趋势显著, 即说明在此时段内夏季涝转旱事件的发生频率增多。正序列线 UF_k 和反序列线 UB_k 在显著性水平信度线内有 2 个交点, 突变区间在 1988—1991 年之间, 结合滑动 T 检验和累计距平分析法(图略)可知, 1989 年和 2013 年 $LDFAI$ 出现 2 个极值, 1989 年达到极大值 10.995, 2013 年达到极小值 -2.952, 说明在 1989 年前后发生了较明显的旱涝急转。

由图 3b 可以看出, 凉山州夏季旱涝急转强度时间序列的 M-K 检验正序列线 UF_k 的值除 1965—1967、1997—1998 年外, 其余时段均为负值, 说明在 1961—2020 年凉山州夏季旱涝急转强度总体呈下降趋势, 且 1977—1979 年超过显著性水平 0.05 临界线, 表明旱涝急转强度下降趋势显著。正序列线 UF_k 和反序列线 UB_k 在水平信度线存在多个交点, 结合累积距平分析图(图略), 可知 1961—2020 年凉山州夏季长周期旱涝急转强度在 1966 年之后有较为明显的减弱, 2013 年之后有较为明显的增强。

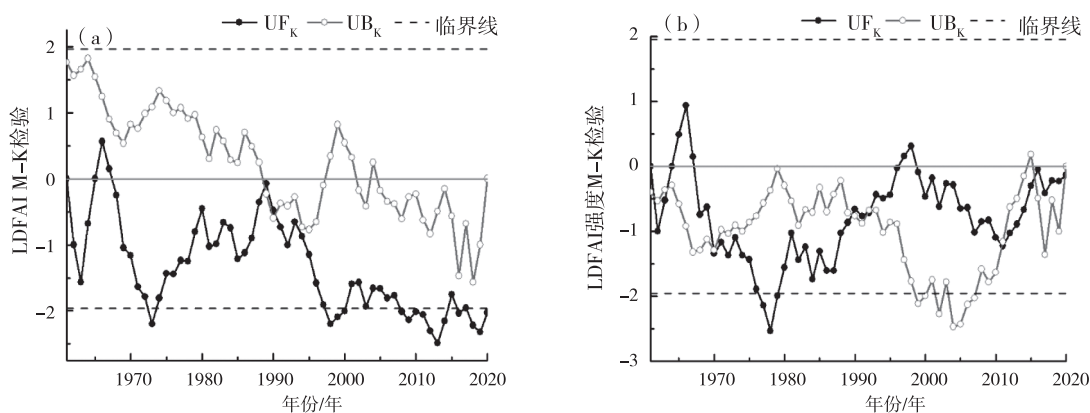


图 3 1961—2020 年凉山州夏季 $LDFAI$ (a) 及强度(b) M-K 突变检验

Fig. 3 M-K mutation test of $LDFAI$ (a) and intensity (b) in summer in Liangshan Prefecture from 1961 to 2020

根据凉山州近 60 a 夏季降水特征, 选取长周期旱涝急转指数 > 1 , 且 6—7 月与 8—9 月的降水距平百分率的差的绝对值 $> 40\%$ 的年份作为长周期旱涝急转的异常典型年份, 即长周期旱转涝的异常典型

年份有 1966、1988、2015 年, 涝转旱的异常典型年份有 1996 年。用其各个要素的合成图作为研究对象来分析凉山州夏季长周期旱涝急转事件发生时的大气环流特征。

3 长周期旱涝急转典型年份大气环流特征

3.1 200 hPa 纬向风场

中高纬冷空气活动是影响凉山州夏季旱涝的重要因素,西风带中冷空气的强弱及南下对凉山州的降水产生直接影响。作旱涝急转异常年 200 hPa 纬向风合成图可知,6—7 月(图 4a)西西伯利亚—蒙古为大片的正值区,我国 40°N 以南大部为负值区,说明早期中纬度的高空西风带强度比涝期强,纬向运动明显。故在早期,中高纬西风带形势不利于冷空气的南下。到了 8—9 月(图 4b),200 hPa 纬向风差值场几乎和 6—7 月相反,西西伯利亚到蒙古为带状的负值区,并且在贝加尔湖附近有一个负值强中心(中心值 $< 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$),中低纬 35°N 以南大部为正值区,说明涝期高空西风带强度偏弱,冷空气经向活动较强,有利于冷空气南下影响凉山州造成降水。

3.2 500 hPa 高度场

从欧亚地区 500 hPa 环流特征可以看出夏季影

响凉山州的主要天气系统有高空冷涡,高原槽和西太平洋副热带高压(以下简称副高)等。

旱转涝年前期(早期 6—7 月,图 5a),500 hPa 高度场距平场上,里海—鄂霍茨克海为“正—负—正”的分布,其中乌拉尔山上空和鄂霍茨克海北部上空阻塞高压强烈发展,高度场上为显著正距平区,正距平强中心大于 2 dagpm,呈现明显的双阻塞高压(以下简称阻高)型,两阻高之间的贝加尔湖附近为较平直西风带环流,高度场上为负距平。中低纬 40°N 以南,副高 588 线较常年同期略偏强偏西,位于西太平洋海面,西伸脊点位于 125°E 附近,伊朗高原、青藏高原—我国华南一带均为正距平场控制,表明我国大部地区(包含凉山州)为高压控制,阻挡冷空气南下,凉山州位于 584 线南侧,为较平直西风气流控制,少雨干旱。到了后期(涝期 8—9 月,图 5b),副高北跳东退,西伸脊点位于 150°E 附近,中纬度为多波动纬向环流,短波系统活跃。高度距平场上里海以南—我国华东一带为东西向长带状负距平区控制,配合西部活跃东移的高原短波槽,有利于凉山州降水的增多。

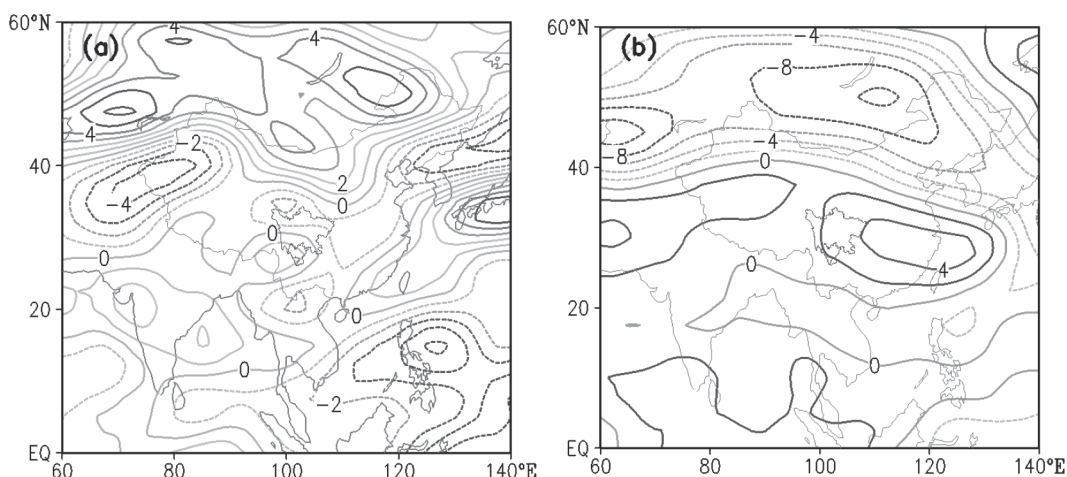


图 4 长周期旱涝急转异常典型年 200 hPa 纬向风差值场(旱转涝年减涝转旱年,单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) 6—7 月(a), 8—9 月(b)

Fig. 4 Zonal wind difference field of 200 hPa in typical year of long - period drought and flood abrupt change (the year from drought to waterlogging decreases the year from waterlogging to drought, unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) from June to July (a), from August to September (b)

涝转旱年前期(涝期 6—7 月,图 5c)中高纬乌拉尔山以南—鄂霍茨克海为多波动纬向环流,凉山州上游,青藏高原以西有明显的短波槽。副高 588 线较旱转涝年前期西伸,脊线位于 25°N,西伸脊点位于 120°E 附近,584 线南掉,80~100°E 处的 584 线呈偏东北—西南走向,有利于孟加拉湾的水汽向凉山州输送,有利于降雨的产生。高度距平场上,虽然凉山州仍为正距平场控制,但强度较旱转涝前

期明显减弱,距平值在 0~0.5 dagpm 之间,更有利于上游短波槽东移,造成凉山州的降水增多。到了涝转旱年后期(早期 8—9 月,图 5d),高度场上,中高纬的短波系统明显减弱,转为较平直西风环流,584 线北抬至四川以北,孟加拉湾的水汽输送通道减弱。高度距平场上,伊朗高原—西南地区为正距平场控制,且强度较涝转旱年前期明显增强,凉山州转为较强高压控制,不利于降水的产生。

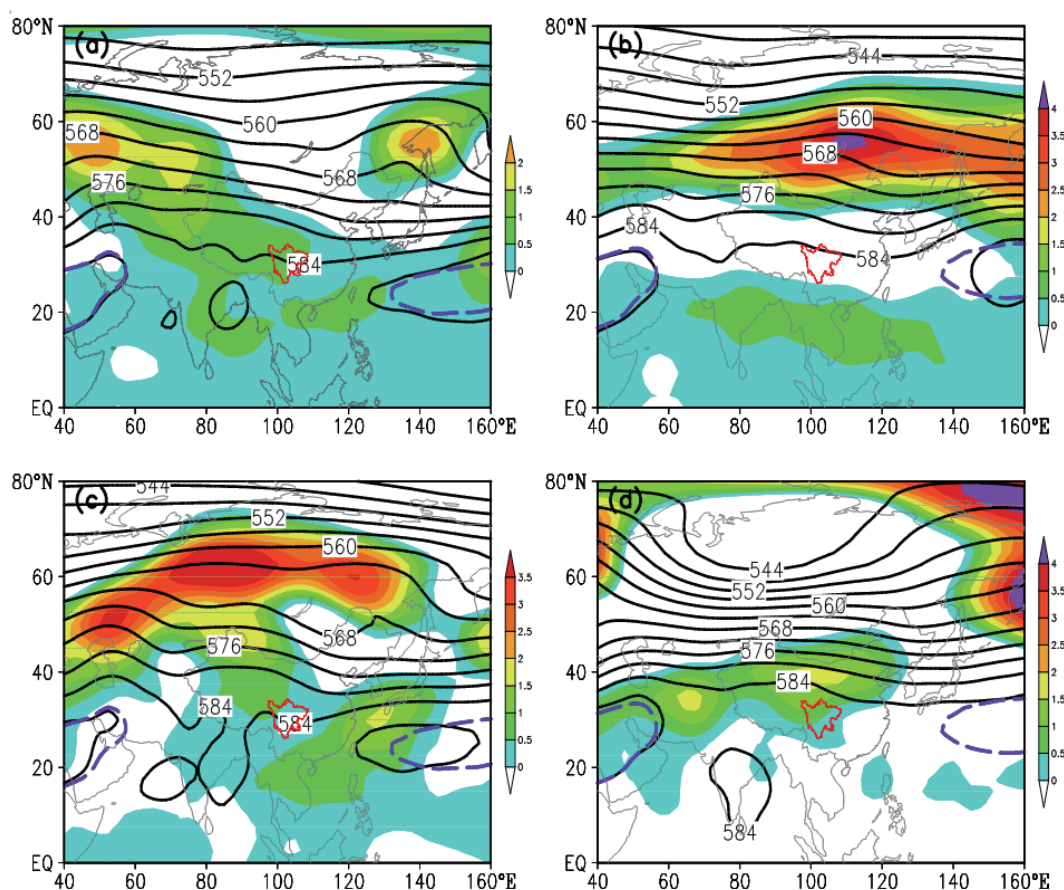


图 5 凉山州夏季长周期旱涝急转典型年 500 hPa 高度距平场(a. 旱转涝年前期 6—7 月;
b. 旱转涝年后期 8—9 月;c. 涝转旱年前期 6—7 月;d. 涝转旱年后期 8—9 月,
紫色加粗虚线为气候态 588 等压线,黑色加粗实线为异常年合成 588 等压线,单位:dagpm)

Fig. 5 The height anomaly of 500 hPa in typical year of long - term drought and flood abrupt change in summer in Liangshan Prefecture(a. the early stage of drought to waterlogging (June - July) ; b. the late stage of drought to waterlogging (August - September) ; c. the early stage of waterlogging to drought (June - July) ; d. the late stage of waterlogging to drought (August - September). The purple bold dotted line is the 588 isobar of climate state, and the black bold solid line is the 588 isobar of abnormal year,unit:dagpm)

由长周期旱涝急转异常典型年 500 hPa 高度场(图略)可知,6—7 月凉山州为正的高度差值场,8—9 月则相反,说明早期,凉山州 500 hPa 上高压强盛,涝期,高压相对减弱,有利的上游低值系统东移南压影响凉山州,造成降水。

综上所述,早期,中高纬为较平直西风环流,不利于高纬冷空气南下;副高偏北偏强,孟加拉湾及南海的水汽输送通道条件较差;高度距平场上凉山州处于较强正距平场,即为较强高压控制,不利于降水的产生。涝期,中低纬为多波动纬向环流,凉山州上游短波系统活跃,高原短波低槽东移影响凉山州;副高偏南,有利于孟加拉湾的水汽向凉山州输送;高度距平场上凉山州为负距平场或较弱正距平场控制,有利于凉山州降水的产生。

3.3 散度场距平合成

由凉山州夏季长周期旱涝急转典型年份的 100 hPa 及 700 hPa 的散度距平场可以看出(图 6),旱转涝前期及涝转旱后期,即早期,凉山州在 100 hPa 和 700 hPa 均为负的散度距平场控制,说明主要处于辐合区。旱转涝后期,凉山州在高层 100 hPa 为正的散度距平场,低层 700 hPa 为负的散度距平场,低层辐合、高层辐散的配置明显,这样的环流形势有利于上升运动,易形成降水。涝转旱前期,在高层 100 hPa 及低层 700 hPa 均为负的散度距平区,但高层 100 hPa 的辐散强度强于涝转旱后期,同时低层 700 hPa 的辐合强度强于涝转旱后期,涝期的低层辐合高层辐散的配置更有利。

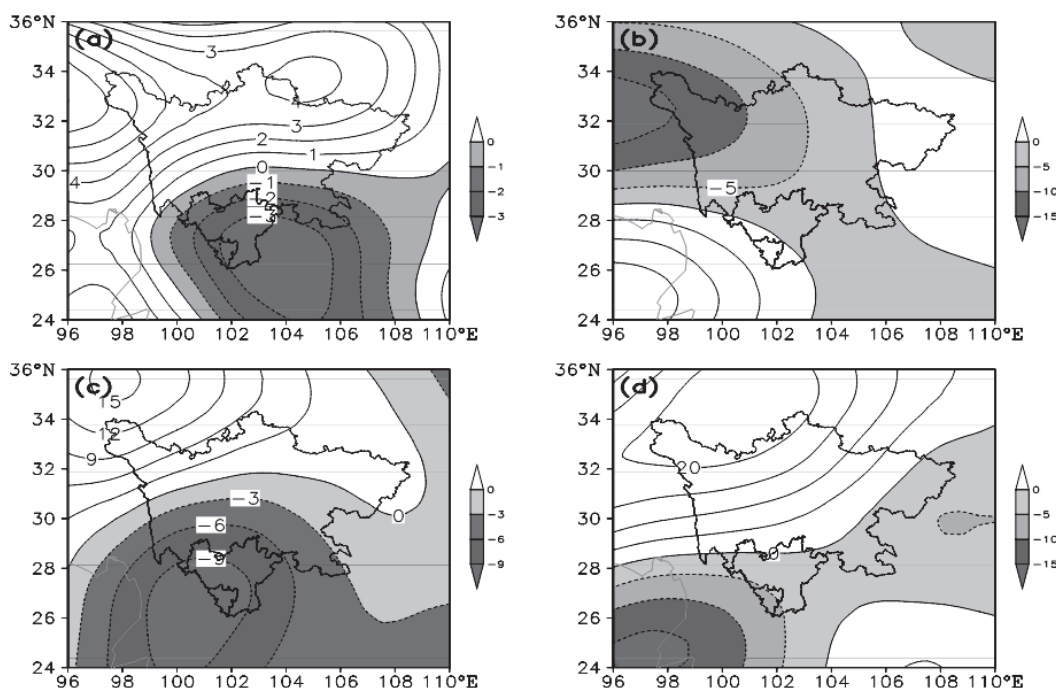


图6 凉山州夏季长周期旱涝急转典型年 700 hPa 散度距平场(单位: 10^{-7} s^{-1} , 阴影区为散度负值区)

(a. 旱转涝年前期;b. 旱转涝年后期;c. 涝转旱年前期;d. 涝转旱年后期)

Fig. 6 700 hPa divergence anomaly field in typical year of long-term drought and flood abrupt change in summer in Liangshan Prefecture (unit: 10^{-7} s^{-1} , shaded areas are negative divergence areas) (a. the early drought to flood year, b. the late drought to flood year, c. the early flood to drought year, d. the late flood to drought year)

3.4 700 hPa 垂直速度场

垂直运动是降水形成的必要动力条件,其异常对旱涝变化具有重要的影响。

从旱涝急转年 700 hPa 垂直速度差值场来看,6—7 月(图略),凉山州除西部边缘外,四川省大部均为正差值区控制,盛行下沉气流,因此旱转涝年早期比涝转旱年涝期,凉山州的下沉运动较强,不易产生降水。8—9 月垂直速度差值场与 6—7 月相反,四川省均处于负差值区,凉山州亦受负差值场控制,盛行上升气流,说明旱转涝年涝期比涝转旱年早期,凉山州的上升运动较强,有利于降水的产生。

3.5 水汽输送场

水汽是形成降水的必要条件之一,水汽输送异常是一个地区旱涝变化的重要影响因子^[16]。

从异常年合成的整层水汽通量散度距平图可以看出(图略),旱转涝年前期 6—7 月,凉山州上空水汽通量散度距平为正,是水汽辐散区,水汽的汇聚减小,不利于降水的产生。旱转涝年后期 8—9 月,除凉山州东部部分地区外,凉山州上空水汽通量散度距平均为负,是水汽辐合区,水汽的汇聚增多,有利于降水的产生。涝转旱年前期在凉山州上空为水汽通量散度距平正值区,后期凉山州东北部

为弱的正距平区,西南部为负的距平区,水汽通量散度表现不明显。

从旱涝急转年整层水汽通量散度合成差值场来看(图 7),图 7a 中 6—7 月除西北部边缘外,其余大部均为水汽通量散度差值较弱的负值区,因此旱转涝年早期比涝转旱年涝期的水汽辐合弱,但弱的程度不强。8—9 月凉山州中部及南部为水汽通量散度差值正值区控制,东北部及西部为水汽通量散度差值较强负值区控制,说明凉山州中部—南部在旱转涝年涝期比涝转旱年早期有明显的水汽辐合。

4 结论

本文利用前人定义的长周期旱涝急转指数分析了近 60 a 来凉山州夏季长周期旱涝急转特征及典型年份的大气环流特征,主要结论如下:

(1) LDFAI 总体以 $-0.16 \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ 的速率下降,呈现出明显的年际变化特征。1961—1970 年为明显的 LDFAI 高值年,旱转涝年多于涝转旱年,且旱转涝强度较强;2001—2010 年为明显低值年,旱转涝年少于涝转旱年,前期旱涝急转程度较强,后期旱涝急转程度很弱。1989 年前后发生了较明显的旱涝急转,急转强度在 1966 年之后有较为明显的减弱,2013 年之后有较为明显的增强。

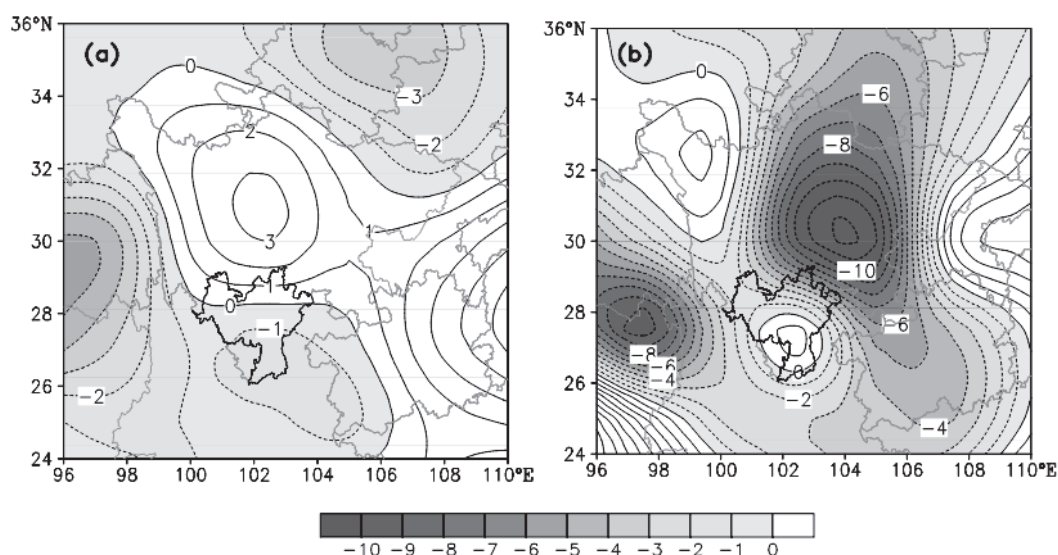


图 7 长周期旱涝急转异常典型年合成整层水汽通量散度
(旱转涝年减涝转旱年,单位: $10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)6—7 月(a),8—9 月(b)

Fig. 7 Nnthetic water vapor flux divergence of the whole layer in typical years with long - period drought and flood abrupt change (the year from drought to waterlogging reduces waterlogging to drought, unit: $10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) from June to July(a) , from August to September (b)

(2) 凉山州旱涝急转典型年早期南亚高压偏强,高空西风带强度偏强,纬向环流运动明显,不利于冷空气南下。副热带高压较常年偏西北、偏强,孟加拉湾及南海的水汽输送通道条件较差,不利于降水的产生。涝期,高空西风带强度偏弱,中高纬槽脊更为显著,经向运动较强,有利于冷空气南下,同时中低纬为多波动纬向环流,凉山州上游短波系统活跃,高原多短波低槽东移影响凉山州,副热带高压位置适中,有利于孟加拉湾及南海的水汽向凉山州输送,水汽通道条件优于早期。

(3) 总体而言,早期凉山州高低层主要为辐合区,盛行下沉运动,水汽辐合弱,不易产生降水;涝期低层辐合、高层辐散的配置更明显,上升运动强,水汽辐合强,易产生降水。

参考文献

- [1] 王胜,田红,丁小俊,等. 淮河流域主汛期降水气候特征及“旱涝急转”现象[J]. 中国农业气象,2009,30(1):31-34.
- [2] 吴志伟,李建平,何金海,等. 大尺度大气环流异常与长江中下游夏季长周期旱涝急转[J]. 科学通报,2006,51(14):1717-1724.
- [3] 彭高辉,秦琳琳,马建琴,等. 1955—2015 年郑州夏季旱涝急转特征分析[J]. 南水北调与水利科技,2018,16(6):27-32.
- [4] 刘宇峰,原志华,郭玲霞,等. 1961—2013 年山西省夏季旱涝急转时空演变特征[J]. 生态与农村环境学报,2017,33(4):332

- 340.
- [5] 孙鹏,刘春玲,张强. 东江流域汛期旱涝急转的时空演变特征[J]. 人民珠江,2012(5):29-34.
- [6] 杨金虎,孙兰东,林婧婧,等. 西北东南部夏季旱涝急转异常分析及预测研究[J]. 自然资源学报,2015,30(2):282-292.
- [7] 孙小婷,李清泉,王黎娟. 我国西南地区夏季长周期旱涝急转及其大气环流异常[J]. 大气科学,2017,41(6):1332-1342.
- [8] 王伟,周洁. 1951—2008 年西南地区夏季旱涝的环流特征[J]. 高原山地气象研究,2012,32(2):47-50.
- [9] 张天宇,唐红玉,雷婷,等. 重庆夏季旱涝急转与大气环流异常的联系[J]. 云南大学学报(自然科学版),2014,36(1):79-87.
- [10] TING M F, WANG H. Summer time U. S. precipitation variability and its relation to Pacific sea surface temperature [J]. Journal of Climate,1997,10:1853-1873.
- [11] 李红梅,周天军,宇如聪. 近四十年我国东部盛夏降水特性变化分析[J]. 大气科学,2008,32(2):358-370.
- [12] 尹昌应,戴丽,徐丹丹,等. 山地城市内涝灾害风险评价研究——以贵阳市为例[J]. 气象水文海洋仪器,2022,39(4):64-69.
- [13] 中国气象局. 气象干旱等级 GB/T20481-2006[M]. 北京:中国标准出版社,2006.
- [14] 王君军,周林,王彪. 贵阳市汛期短时强降水时空分布特征[J]. 中低纬山地气象,2022,46(2):39-45.
- [15] 马瑞良,伯月,姜茹茵,等. 南亚高压与长江中下游夏季降水异常的关系[J]. 中低纬山地气象,2018,42(6):31-38.
- [16] 陶诗言,朱福康. 夏季亚洲南部 100 毫巴流型的变化及其与西太平洋副热带高压进退的关系[J]. 气象学报,1964,34(4):385-396.